

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2008/2009

November 2008

**EBB 405/3 – Failure Analysis and Non-Destructive Testing**  
**[Ujian Kegagalan dan Ujian Tak Musnah]**

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains THIRTEEN printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper contains THIRTY short questions from SECTION A, THREE questions from SECTION B and THREE questions from SECTION C.

*[Kertas soalan ini mengandungi TIGA PULUH soalan pendek dari BAHAGIAN A, TIGA soalan dari BAHAGIAN B dan TIGA soalan dari BAHAGIAN C]*

**Instruction:** Answer **ALL** questions from SECTION A, **ALL** questions from SECTION B and **ONE** question from SECTION C. For SECTION C, if candidate answers more than one question only the first answer will be examined and awarded marks.

**[Arahan:** Jawab **SEMUA** soalan dari BAHAGIAN A, **SEMUA** soalan dari BAHAGIAN B dan **SATU** soalan dari BAHAGIAN C. Untuk BAHAGIAN C, jika calon menjawab lebih daripada satu soalan hanya soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

**SECTION A / BAHAGIAN A**

1. What is the different between visual inspection and liquid penetrant?

*Apakah perbezaan di antara pemeriksaan visual dan cecair penusukan?*

2. State one important step in visual inspection investigation.

*Nyatakan satu langkah yang penting dalam penyiasatan pemeriksaan visual.*

3. What types of flaws that can be observed in visual inspection.

*Apakah jenis-jenis kecacatan yang boleh diperhatikan melalui pemeriksaan visual.*

4. Dimensional abnormalities are one of visual inspection observation. How does it being measured?

*Ketak-akuran dimensi adalah salah satu pemerhatian pemeriksaan visual. Bagaimanakah ianya diukur?*

5. Cracks reduce the secondary magnetic field and increase coil impedance. Comment on that statement.

*Retakan akan mengurangkan medan magnetik sekunder dan meningkatkan impedan gegelung. Komen berkenaan kenyataan tersebut.*

6. The inductive reactance of the coil decreases as the severity of the flaw increases. Give your comment and justification if any.

*Reaktan aruhan bagi gegelung akan berkurangan apabila keterukan kecacatan bertambah. Berikan komen anda dan justifikasi jika berkaitan.*

7. What did you understand about lift-off in eddy current testing?

*Apakah yang anda faham berkenaan "lift-off" dalam pengujian arus pusar?*

8. Impedance diagrams help us to understand the complex nature of eddy currents. How did it being used?

*Diagram impedan boleh membantu dalam memahami keadaan semulajadi arus pusar yang kompleks. Bagaimanakah ianya digunakan?*

9. The degree of filling is the ratio of material cross-sectional area to coil cross-sectional area. Give your comment.

*Darjah pengisian adalah nisbah di antara luas keratan rentas bahan kepada luas keratan rentas gegelung. Berikan komen anda.*

10. What is the effect of frequency response to eddy current penetration?

*Apakah kesan respon frekuensi kepada penusukan arus pusar?*

11. Can alcohol be used as couplant? Why?

*Bolehkah alkohol digunakan sebagai kouplan? Kenapa?*

12. What is impedance?

*Apakah impedan?*

13. The sound energy or ultrasonic beam is more uniform in which zone?

*Tenaga bunyi atau alur ultrabunyi adalah lebih seragam dalam zon yang mana?*

14. What is the name of block for ultrasound calibration produced by the International Institute of Welding?

*Apakah nama blok tentukuran yang dihasilkan oleh Institut Kimpalan Antarabangsa?*

15. What is the definition of a decibel?

*Apakah definasi decibel?*

16. How many NDT testing methods are combined in magnetic particle inspection?

*Berapa banyak kaedah-kaedah ujian NDT yang digabungkan dalam ujian serbuk magnet?*

17. What kind of material/part that can be used for magnetic particle inspection?

*Apakah jenis bahan/bahagian yang boleh digunakan dalam ujian serbuk magnet?*

18. How is a material considered demagnetized?

*Bagaimana sesuatu bahan telah dianggap dinyahmagnet?*

19. When the number of magnetic lines of force cutting through a plane of a given area at a right angle what does it called?

*Bila bilangan garisan daya memotong terus satu satah pada luas dan pada sudut tertentu, keadaan ini dinamakan sebagai apa?*

20. How can we know that best detection of defects has occurred when using magnetic force properties?

*Bagaimana kita mengetahui pengesanan terbaik sesuatu kecacatan berlaku dengan menggunakan sifat-sifat daya magnet?*

21. What is Dwell time?

*Apakah masa "Dwell"?*

22. Define an emulsifier and its function.

*Berikan definasi emulsifier dan fungsinya.*

23. When performing a liquid penetrant test, what is the requirement for the surface of the part under inspection?

*Apabila melakukan pemeriksaan penembusan cecair, apakah keperluan bagi permukaan bahagian untuk pemeriksaan ini?*

24. Why large defects can be hidden under a paint surface?

*Kenapa kecacatan yang besar boleh disembunyikan di bawah lapisan cat?*

25. What is the function of developer?

*Apakah fungsi pembangun?*

26. What is the function of radiation beam filters that are sometimes used in X-ray radiography?

*Apakah fungsi penapis alur radiasi biasanya yang digunakan dalam radiografi X-ray?*

27. What information can be provided by image quality indicators (IQIs)?

*Apakah maklumat yang boleh diberikan oleh Image quality indicators (IQIs)?*

28. Define radiographic contrast.

*Berikan definasi beza jelas radiografik.*

29. What is the goal of radiographic practice?

*Apakah matlamat amalan radiografi?*

30. What is image unsharpness and its causes?

*Apakah maksud ketidakjelasan imej dan penyebabnya?*

(100 marks/markah)

**SECTION B / BAHAGIAN B**

1. [a] What is the eddy current theory and what is the effect of conductivity, lift off, cracks and defects on the impedance eddy current probe?

*Apakah teori bagi arus pusar dan apakah kesan konduktiviti, 'lift off', retakan dan kecacatan ke atas impedan penduga arus pusar?*

(30 marks/markah)

- [b] Aluminium tube having 30 mm outer diameter and 26 mm inner diameter was inspected using eddy current encircling coil of 0.90 filling ratio at frequency test ratio of  $f/f_g = 10$ .

- (i) What is the actual frequency of test coil?  
(ii) What is the eddy current depth of penetration?

Resistivity for aluminium =  $2.90 \times 10^{-8}$  ohm-m, susceptibility ( $X_m$ ) =  $2.07 \times 10^{-5}$  and  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m.

*Aluminium tiub mempunyai diameter luar 30 mm dan diameter dalam 26 mm diperiksa dengan menggunakan arus pusar dengan gegelung berlilitan dengan nisbah pengisi 0.90 pada frekuensi ujian  $f/f_g = 10$ .*

- (i) *Apakah frekuensi sebenar gegelung ujian?*  
(ii) *Apakah kedalaman penusukan arus pusar?*

*Resistiviti bagi aluminium =  $2.90 \times 10^{-8}$  ohm-m, kebolehtelapan ( $X_m$ ) =  $2.07 \times 10^{-5}$  dan  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m.*

(35 marks/markah)

- [c] A 6 mm diameter flux sensing probe has a typical response time of 10 kHz was used to inspect a bar of 20 cm diameter and 3 m long.
- (i) Calculate the total test time for full surface inspection.
  - (ii) Find the rotational speed of the probe.
  - (iii) Suggest a chain of sensors that will be used to reduce the time to 1 min when the probe was rotated at speed of 120 rpm.

*Satu penduga penderia fluk berdiameter 6 mm mempunyai masa respons tipikal 10 kHz digunakan untuk memeriksa satu bar berdiameter 20 cm dan 3 m panjang.*

- (i) *Kirakan jumlah masa pengujian untuk pemeriksaan penuh permukaan.*
- (ii) *Dapatkan kelajuan pemutaran penduga tersebut.*
- (iii) *Cadangkan rantaian penderia yang akan digunakan untuk mengurangkan masa kepada 1 minit apabila penduga diputar pada kelajuan 120 ppm.*

(35 marks/markah)

2. [a] Summarize the basic mechanism of magnetic particle inspection.

*Ringkaskan asas mekanisma pengujian serbuk magnet.*

(20 marks/markah)

- [b] In the magnetized and demagnetized experiment, the magnetic force and flux density are the main properties. Without knowing these properties, it's difficult to explain theoretical part of the experiment. Explain, with appropriate plot of hysteresis loop during magnetized and demagnetized process.

*Dalam eksperimen pemagnetan dan nyahmagnetan, daya magnet dan ketumpatan fluk merupakan sifat-sifat utama. Tanpa mengetahui sifat-sifat ini, ianya susah untuk menerangkan bahagian teori untuk eksperimen ini. Terangkan dengan plot tertentu gelung histeresis semasa proses pemagnetan dan nyahmagnetan.*

(50 marks/markah)



- [c] Design a procedure for the dry magnetic particle inspection.

*Rangkakan satu prosedur untuk teknik pengujian serbuk magnet kering.*

(30 marks/markah)

3. [a] Although liquid penetrant inspection (LPI) can be a relatively simple process to apply, many factors can affect the inspection results. By using one example, discuss how materials and inspection method/technique influence the inspection results.

*Walaupun pengesanan menggunakan penembusan cecair (LPI) merupakan proses yang relatifnya mudah digunakan, terdapat banyak faktor yang mempengaruhi keputusan pemeriksaan. Dengan menggunakan satu contoh, bincangkan bagaimana bahan dan kaedah/teknik pemeriksaan mempengaruhi keputusan.*

(60 marks/markah)

- [b] With the aid of diagram, explain the basic principal of radiographic testing.

*Dengan bantuan gambarajah, terangkan prinsip asas ujian radiografik.*

(40 marks/markah)

**SECTION C / BAHAGIAN C**

4. [a] What is the basic procedure of failure analysis? Explain in full detail.

*Apakah prosedur asas dalam analisis kegagalan? Terangkan dengan terperinci.*

(40 marks/markah)

- [b] Use your own sketches and diagrams to write a failure analysis report on the following case: Company XYZ (M) SDN BHD engaged School of Material & Mineral Resources Engineering, USM to perform structure analysis and microscopy investigation and tensile test on steel wire as follows:

Sample designation: 426-2467, 456-2466 and 456-2466 (SWRS62B)

Ultimate strength: 820, 840 and 856 MPa respectively

Yield strength: 520, 560 and 580 MPa respectively

% elongation: 30, 22.5 and 25 respectively

Carbon content is around 0.62 wt%. Metallurgical investigation and microscopy shows that the wire with 8 mm diameter contains (ferrite and Fe<sub>3</sub>C) with considerable voids and inclusion. Under subsequent drawing process these inclusion and voids elongated and their shapes would have a sharp ends. Also hardness increased and ductility reduced. Under low ductility condition, these sharp end acts as stress concentrators. Therefore, inevitable fracture is taken place in the event of the bending process to produce a spring.

Gunakan lakaran dan diagram anda sendiri untuk menulis satu laporan analisis kegagalan bagi kes berikut: Syarikat XYZ (M) SDN. BHD. mengarahkan Pusat Pengajian Kejuruteraan Bahan dan Sumber Mineral, USM untuk melakukan penyiasatan satu analisis struktur dan mikroskopi dan juga ujian tegangan ke atas wayar keluli seperti berikut:

**Penandaan sampel:** 426-2467, 456-2466 and 456-2466 (SWRS62B)

Kekuatan Muktamad: 820, 840 dan 856 MPa masing-masing.

Kekuatan Alah: 520, 560 dan 580 MPa masing-masing.

% pemanjangan: 30, 22.5 dan 25 masing-masing.

Kandungan karbon adalah sekitar 0.62% mengikut berat. Penyiasatan metallograpik dan mikroskopi menunjukkan wayar dengan diameter 8 mm tersebut memandungi (ferit dan  $Fe_3C$ ) dengan kehadiran liang dan rangkuman. Di bawah proses penarikan berikutnya rangkuman dan liang ini membujur panjang dan bentuknya mempunyai hujung yang tajam. Juga kekerasan bertambah dan kemuluran berkurangan. Di bawah keadaan kemuluran yang rendah, hujung tajam ini bertindak sebagai tumpuan tegasan. Dengan itu, kepatahan yang tak dapat dielakkan berlaku dalam keadaan proses pembengkokan untuk menghasilkan pegas.

(60 marks/markah)

5. [a] Define the distinct zone of the sound field of a transducer.

Definiskan zone tertentu bagi kawasan bunyi satu transduser.

(20 marks/markah)

- [b] What are the differences between Fresnel and Fraunhofer Effects?

Apakah beza-beza antara kesan Fresnel dan Fraunhofer?

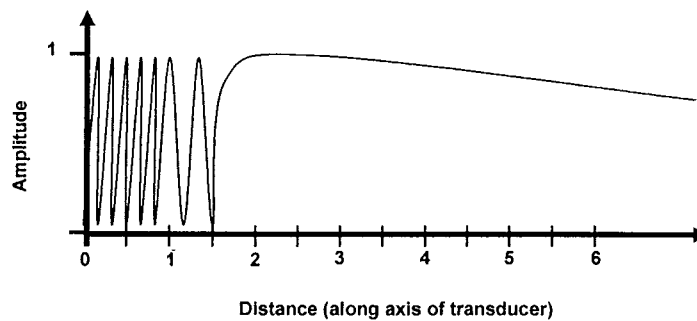
(40 marks/markah)

- [c] If the material used in this testing is water, sketch a line of near/far distance (N) and calculate the frequency of the radiated field of ultrasonic transducer in Fig. 1 and Fig. 2.

[Velocity of sound in water =  $0.148 \text{ cm}/\mu\text{s}$ , radius of piston sources transducer =  $0.2 \text{ cm}$ ]

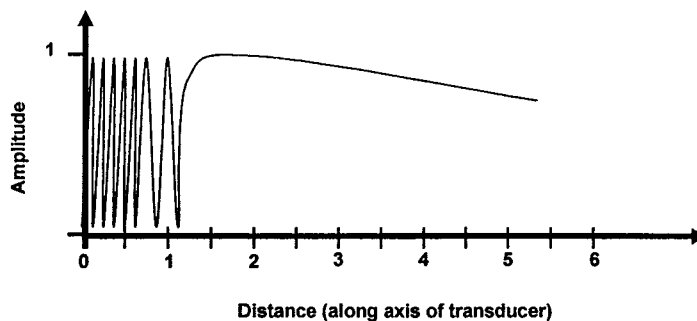
*Jika bahan yang digunakan dalam ujian ini ialah air, lakarkan garisan jarak (N) dekat/jauh dan kirakan frekuensi kawasan pancaran transduser ultrabunyi dalam Rajah 1 dan 2.*

*[Halaju bunyi dalam air =  $0.148 \text{ cm}/\mu\text{s}$ , jejari omboh sumber transduser =  $0.2 \text{ cm}$ ]*



**Figure 1**

**Rajah 1**



**Figure 2**

**Rajah 2**

(40 marks/markah)

...13/-

6. [a] How surface tension and wetting ability influence the liquid penetrant inspection (LPI)?

*Bagaimana tegangan permukaan dan keupayaan untuk pembasahan mempengaruhi pemeriksaan penembusan cecair (LPI)?*

(30 marks/markah)

- [b] In order to obtain optimum results from penetrant testing, a full understanding of the capabilities and limitations of the method should be appreciated. Suggest TWO advantageus and TWO disadvantageus of liquid penetrant method.

*Bagi tujuan untuk memperolehi keputusan ujian penembusan yang optimum, pemahaman terhadap keupayaan dan pembatasan kaedah ini perlu dihargai. Cadangkan DUA kelebihan dan DUA kelemahan kaedah penembusan cecair.*

(30 marks/markah)

- [c] Radiography has been widely used in numerous areas of inspection. Explain how radiography technique can be used in industry to inspect welds and castings.

*Radiografi telah digunakan secara meluas dalam pelbagai jenis pemeriksaan. Terangkan bagaimana teknik radiografi boleh digunakan dalam industri bagi memeriksa tuangan dan kimpalan.*

(40 marks/markah)

